Untersuchungen über den Gehalt an verfügbarem Lysin in tierischen Eiweißfuttermitteln

Otmar Siegle

1962

Aus dem Institut für Physiologie und Ernährung der Tiere
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. Dr. Johs. Brüggemann

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN GEHALT AN VERFÜGBAREM LYSIN IN TIERISCHEN EIWEISSFUTTERMITTELN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Otmar Siegle

aus

Peiting

München 1962

Mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Universität München

Dekan: Professor Dr. K. Ullrich

Referent: Professor Dr. Dr. Johs. Brüggemann

Tag der Promotion: 27.2.1962

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

UNI-Druck, München 13, Amalienstraße 85

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

INHALTSÜBERSICHT

		Seite
A.	Einleitung	1
B.	Literaturübersicht	2
	1. Verfügbarkeit von Lysin, Bestimmungsmethoden	2
	2. Tierische Eiweißfuttermittel als Lysinquellen	4
C.	Eigene Untersuchungen	7
D.	Diskussion	19
E.	Zusammenfassung	22
	Literaturverzeichnis	23
	Lebenslauf	27

A. EINLEITUNG

Unter den essentiellen Aminosäuren kommt dem Lysin besondere Bedeutung zu, weil es in den meisten tierischen Geweben in relativ hoher Menge enthalten ist, hingegen in den meisten pflanzlichen Futterproteinen nur in geringer Konzentration vorliegt.

Dadurch wird Lysin zu einem der wichtigsten wertbestimmenden Bestandteile der sogenannten tierischen Eiweißfuttermittel, deren Aufgabe es ist, das pflanzliche Eiweiß - vornehmlich das lysinarme Getreideprotein - in den Rationen monogastrischer Tiere optimal zu ergänzen.

Eine wichtige Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz tierischer Eiweißfuttermittel ist deshalb die möglichst genaue Kenntnis ihres Lysingehaltes, und, da durch Erhitzung, Lagerung usw. u.U. ein Teil des chemisch-analytisch bestimmbaren "Gesamtlysins" in seiner Ausnutzbarkeit für das Tier beeinträchtigt wird, insbesondere die Kenntnis des Gehalts an sogenanntem "verfügbarem" Lysin.

B. LITERATURÜBERSICHT

1. Verfügbarkeit von Lysin, Bestimmungsmethoden

Die gebräuchlichen Verfahren der Lysinbestimmung in Eiweißfuttermitteln erfassen das durch Säurehydrolyse freigesetzte Gesamtlysin, das häufig nicht identisch ist mit dem nach der Magen-Darmverdauung für die Resorption und die anschließende Proteinsynthese zur Verfügung stehenden Lysin, welch letzteres als "verfügbares" (available) Lysin bezeichnet wird.

Dies lassen bereits enzymatische Hydrolysen in vitro vermuten. Dabei wurde nämlich beobachtet, daß die Freigabe des Lysins aus Protein merklich abnimmt, wenn es zuvor hoher Erhitzung unterzogen wird (Eldred und Rodney, 1946; Pader und Mitarb., 1948), mehrere Stunden im Autoklaven behandelt wird (Hankes und Mitarb., 1948), oder wenn es zusammen mit Kohlehydraten erhitzt wird (Evans und Butts, 1949). Als Grund dafür ist wohl die Tatsache anzusehen, daß die ε-NH_2-Gruppe bei der Erhitzung eine durch Verdauungsenzyme nicht spaltbare Bindung eingeht (Carpenter und Ellinger, 1955).

Um für die Fütterung verwertbare Zahlen zu erhalten, ist deshalb der Tierversuch das Mittel der Wahl. In den letzten Jahren wurden dabei verschiedene Verfahren angewendet.

Kuiken und Lyman (1948) und Kuiken (1952) haben durch Vergleich der aufgenommenen Aminosäuren und deren Gehalt in den Fäces die Verfügbarkeit von Aminosäuren geschätzt. Diese Methode hat 2 Nachteile:

1. Ein Einfluß der intestinalen Flora kann nicht ausgeschlossen werden (Schweigert und Guthneck, 1954; Nasset und Mitarb., 1955).
2. Es besteht die Möglichkeit, daß die Diät die Absonderung eiweißreicher Sekrete im Verdauungstrakt fördert und damit die "unverdauten" Rückstände ansteigen läßt (Lyman, 1957).

Verschiedene Methoden wurden von Calhoun und Mitarb. (1960) angewendet. Die Ergebnisse mit zwei verschiedenen Grunddiäten zeigten größte Übereinstimmung, wenn die Stickstoffzunahme der Versuchstiere zu dem gesamten aufgenommenen verfügbaren Lysin in Beziehung gebracht wurde.

Die Richtigkeit der erzielten Werte wurde durch mikrobiologische Paralleltteste bestätigt.

In einer anderen Methode wird das Wachstum bei einer Diät mit einem Mangel an der betreffenden Aminosäure benutzt und dieses mit dem Wachstum bei einer sonst gleichen Diät, der das Testprotein zugesetzt wird, verglichen. Wird nun die Grunddiät (Mangeldiät) mit verschiedenen Konzentrationen der betreffenden Aminosäure versehen, so läßt sich damit der Gehalt des zu untersuchenden Eiweißes an dieser Aminosäure mittels einer vergleichenden Reaktionskurve bestimmen. Grau und Almquist (1945) fanden, daß der größte Teil des Methionins in verschiedenen Futtermitteln verfügbar ist. Die Ergebnisse von Schweigert und Guthneck (1954) schwanken für die gleiche Aminosäure von 44 - 79 %, wobei die letztere Zahl mikrobiologisch festgestellt wurde.

Über die Verfügbarkeit von Lysin für die Ratte liegen Zahlen für die verschiedensten Eiweißquellen vor. Schweigert und Guthneck (1953); Guthneck und Mitarb. (1953), Gupta und Mitarb. (1958) geben Werte von 49 - 98 % an, z.B. Mais 49 %, Frischfleisch 84 %, Weizenkeime 65 % und Trockenei + Magermilch 91 %. Kratzer und Green (1957) fanden für Küken eine Verfügbarkeit von Lysin aus verschiedenen Blutmehlen zwischen 64 - 85 %. Diese Schwankungen zeigen deutlich, wie wichtig es ist, bei der Qualitätsbeurteilung eines Eiweißes die Verfügbarkeit seiner Aminosäuren zu berücksichtigen.

Die meisten Autoren benützen für die Grunddiät Futterstoffe, die einen geringen Gehalt an der fraglichen Aminosäure aufweisen, oder in denen durch entsprechende Vorbehandlung (Hitze, Oxydationsmittel) die betreffende Aminosäure weitgehend zerstört wird.

Die Wachstumsergebnisse dieser Diät werden in Beziehung gesetzt zu den mit dem Testmaterial ergänzten Diäten. Häufig wirkt sich allerdings die Zugabe des Testmaterials auf die Energiekonzentration aus, dadurch wird eine Änderung des Bedarfes an Eiweiß und damit auch der Aminosäuren hervorgerufen (Grau, 1948; Leong und Mitarb., 1959). Die zuletzt aufgeführte Ursache zeigt die Möglichkeit für eine evtl. Beeinflussung der Versuchsergebnisse durch "Nicht-Lysin-Faktoren", gleichzeitig weist sie auf die Vielzahl der möglichen Fehlerquellen hin.

Die meisten der erwähnten Schwierigkeiten wollen Ousterhout und Mitarb. (1959) umgehen. Sie füttern das Testmaterial zu einer synthetischen Diät, die vollwertig bezüglich aller essentiellen Aminosäuren ist,

ausgenommen der zu untersuchenden Aminosäure. Diese, sowie die nicht essentiellen Aminosäuren werden durch das Testmaterial zugesetzt. Ein Vergleich des Wachstums bei dieser Diät mit dem bei der vollwertigen Diät erlaubt eine Abschätzung der in den jeweiligen Testmaterialien verfügbaren Aminosäuren. Auch dieser Methode sind Grenzen gesetzt. Wird z.B. die Bedarfszahl für die betreffende Aminosäure zu hoch angenommen, so erhöht sich damit gleichzeitig der Gehalt des Testeiweißes in der Diät, was zu Verzerrungen der Ergebnisse auf Grund der höheren N-Zufuhr führen kann.

2. Tierische Eiweißfuttermittel als Lysinquellen

Die bedeutendsten tierischen Eiweißfuttermittel sind Fischmehle, Tierkörpermehle und Magermilchpulver. Sie alle müssen bei der Herstellung einen mehr oder weniger intensiven Erhitzungsprozeß durchlaufen, der in einer Zerstörung oder Bindung von Lysin resultieren kann. Die folgende Übersicht zeigt Lysingehalte von diesen tierischen Eiweißfuttermitteln:

Lysingehalt verschiedener Fischmehlarten +)

Zahl der Proben	12	12	4	5	14	6	10	7
geringster gefundener Wert %	3,9	6,0	6,5	5,3	5,2	8,7	4,1	2,4
höchster gefundener Wert %	10,4	10,1	7,8	6,0	8,9	9,5	10,9	7,2
Mittelwert %	5,4	7,3	6,4	5,3	6,5	8,2	5,9	2,7

+) aus "Composition of Concentrate By-Product Feeding Stuffs". June 1956. US National Research Council, Publication 449

Verfügbarkeit des Lysins in einigen Fischmehlproben

Proteingehalt %	Gesamtlysin %	Verfügbarkeit des Lysins %	Autoren
76	7,5	97,3	Ousterhout u. Mitarb. (1959)
48,6	5,7	91,2	
62,4	9,6	63,5	
59,3	7,6	102,6	
56,7	7,2	91,6	
59,6	7,6	94,7	
57,9	4,3	27,9	
		91	Gupta u. Mitarb. (1958)
		83	

Lysingehalt verschiedener Tierkörpermehle und von Magermilchpulvern +)

	Tierkörpermehle			Magermilchpulver
Zahl der Proben	24	23	12	9
geringster gefundener Wert %	2,5	2,0	3,4	2,8
höchster gefundener Wert %	8,3	8,1	5,7	3,2
Mittelwert	3,8	3,5	4,0	2,8

+) aus "Composition of Concentrate By-Product Feeding Stuffs". June 1956 US National Research Council, Publication 449

Verfügbarkeit des Lysins in einigen Proben von Magermilchpulver

Proteingehalt %	Gesamtlysin %	Verfügbarkeit des Lysins %	Autoren
33,1	3,1	83,0 ± 5	Guthneck u. Mitarb. (1953)
sprühgetrocknetes M.P.		93	Gupta u. Mitarb. (1958)
walzengetrockenetes M.P.		66,5	

Wie aus der Übersicht hervorgeht, sind die Schwankungen im Lysingehalt von Futtermitteln gleicher Benennung beträchtlich. Die spärlichen Informationen über die Verfügbarkeit des Lysins unterstreichen die Wichtigkeit der Gewinnung präziser Angaben über den Gehalt an verfügbarem Lysin, da ja nur dieser wesentlich für den Futterwert ist.

Im folgenden soll über die Bestimmung des verfügbaren Lysins in handelsüblichen Proben der obengenannten 3 Gruppen tierischer Eiweißfuttermittel berichtet werden. Das angewandte Verfahren x) bietet folgende Vorteile:

1. Die Grunddiät erscheint nach üblichen Maßstäben in jeder Hinsicht vollwertig.
2. Es sind nur geringe Mengen des Testmaterials erforderlich.
3. Die Prüfung erfolgt in einem Bereich, der sowohl wesentlich unterhalb des Optimalwachstums liegt, als auch oberhalb klinisch diagnostizierbarer Mangelschäden. Dadurch ist das erzielte Wachstum mit dem Lysingehalt der Diät sehr eng korreliert.
4. Die Prüfung erfolgt mit 2 Konzentrationen (sowohl beim Testprotein, als auch beim Lysinstandard), wodurch die Spezifität des Verfahrens in jedem Test erhärtet wird.
5. Die Versuchsdauer ist außerordentlich kurz.

x) nach Brüggemann und Zucker (1961), vgl. S. 8

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Material und Methodik

Ziel der Untersuchungen war die Ermittlung des Gehaltes an verfügbarem Lysin in verschiedenen Eiweißfuttermitteln tierischer Herkunft mit Hilfe eines biologischen Verfahrens (Brüggemann J. und Zucker H.).

Probematerial

Es wurden nur handelsübliche Eiweißfuttermittel verwendet. Detaillierte Angaben über Provenienz und technologische Behandlung lagen in den meisten Fällen nicht vor. Insgesamt wurden untersucht:

12 Fischmehle (Probenummern 1 - 12), Versuch 1 und 2.
6 Tierkörpermehle (Probenummern I - VI, Versuch 3.
6 Magermilchpulver,
3 walzengetrocknete (A, B, D), Versuch 4
3 sprühgetrocknete (C, E, F), Versuch 4.

Tiermaterial

Als Versuchstiere wurden ausschließlich männlich Küken einer Mastkreuzung [x)] verwendet. Ihre Schnellwüchsigkeit macht sie für kurzfristige Wachstumsuntersuchungen besonders geeignet. Die Versuche wurden mit insgesamt 772 Küken durchgeführt.

Versuchsraum und Einrichtungen

Der zur Verfügung stehende Versuchsraum erfüllte die für einen derartigen Versuch gestellten Bedingungen. Die Kükengruppen wurden in Drahtkäfigen gehalten, in denen sie in ihrer Entwicklung weder durch Platzmangel, noch durch Schwierigkeiten in der Futter- und Wasseraufnahme eingeschränkt wurden. Die Temperatur betrug in der 1. Versuchswoche 32 - 30 Grad Celsius, in der 2. Woche wurde sie auf 30 - 27 Grad Celsius gesenkt. Futter und Wasser wurden ad libitum angeboten. Die Versuchsräume waren Tag und Nacht gleichmäßig beleuchtet.

x) Nichols-Küken der Firma Lohmann & Co., Cuxhaven

Versuchstechnik

Das Prinzip der Methode wurde von Weber (1962) beschrieben. Es beruht auf einem Vergleich des mit dem Testprotein erzielten Wachstums mit dem durch reines L-Lysin erzielten Wachstum. Die verwendete Diät ist mit Ausnahme des Lysingehaltes in jeder Hinsicht vollwertig, der Lysingehalt ist somit der einzige das Wachstum begrenzende Faktor. Das zu testende Futtermittel macht nur einen kleinen Teil der gesamten Diät (maximal 10 %) aus. Sowohl Testprotein als auch die Standardsubstanz (L-Lysinmonohydrochlorid, kristallin) werden in mehreren Konzentrationen geprüft.

Die Versuchsküken erhielten bis zum 6. Lebenstag eine vollwertige Diät, am 7. Lebenstag erfolgte nach Einzelwägung die Einteilung in Versuchsgruppen mit gleichem Durchschnittsgewicht und etwa gleicher Streuung (vergleiche Eppinger 1960). Die Anzahl der Küken pro Gruppe betrug in Versuch 1 fünf Tiere, in Versuch 2 sechs Tiere und in Versuch 3 und 4 je sieben Tiere. Pro Versuchsdiät (= pro Lysinkonzentration) wurden 2 bzw. 3 Gruppen verwendet. Die Versuchsdauer betrug 5 bzw. 6 Tage.

Versuchsdiät

Die Versuchsdiät enthielt 0,53 % Gesamtlysin und wies folgende Zusammensetzung auf:

Drackettprotein (isoliertes Sojaprotein)	4,4
Gelatine	6,6
Zein	15,2
Sojaöl	10,0
Mineralstoffmischung +)	5,0
Glukose	54,8
Zellulose	1,0
Vormischung ++)	3,0
	100,0

+) Mineralstoffmischung enthält pro 50 g (= pro kg Diät):
12,5 g $CaCO_3$, 11,65 g $Ca_3(PO_4)_2$, 8,34 g K_2PO_4 (siccum), 6,67 g NaCl, 5,83 g Na_2HPO_4 (siccum), 4,17 g $MgSO_4$ ($7H_2O$), 0,38 g Eisenzitrat, 0,38 g Mangansulfat ($4H_2O$), 0,03 g Zinkkarbonat, 0,02 g Kupfersulfat ($5H_2O$), 0,03 g Kaliumjodid.

++) siehe nächste Seite!

Die analytisch überprüfte Aminosäurezusammensetzung der Diät (vgl. Weber, 1962) ist für den Untersuchungsbereich mit Ausnahme des Gehalts an Lysin optimal.

In jedem Versuch wurden 5 Rationstypen verfüttert:

1. Ration: S_0 = Grunddiät, ohne Lysinzusatz
2. Ration: S_1 = Grunddiät + 0,15 % L-Lysin (= 0,1875 % L-Lysin-monohydrochlorid, kristallin)
3. Ration: S_2 = Grunddiät + 0,30 % L-Lysin
4. Ration: T_1 = Grunddiät + Testfuttermittel, entsprechend etwa 0,15 % Lysin.
5. Ration: T_2 = Grunddiät + Testfuttermittel, entsprechend etwa 0,30 % Lysin.

Die Zusätze erfolgten zu Lasten des Glukoseanteils der Diät. Für die Berechnung der Testfuttermenge wurde in Fisch- und Tierkörpermehlen ein Lysingehalt von 6 %, für Magermilch von 3 % angenommen (vgl. S. 20, dort finden sich die mit chemischen Methoden bestimmten Lysingehalte für die geprüften Fischmehlproben).

Auswertung

Um Extremwerte auszuschließen, wurden sämtliche Versuchsgruppen nach dem Chauvenet'schen Kriterium (nach Geigy-Tab. 1953) geprüft, wobei nur in wenigen Fällen Einzelwerte verworfen wurden.

Anschließend wurde der "Wirkungsgrad" nach Wood und Finney (1946) berechnet. Die Versuchsanlage mit 3 Konzentrationen der Standardsubstanz und 2 Konzentrationen der Testsubstanz, wobei die Zulagen linear erfolgen, erlaubt eine Auswertung nach dem sogenannten "five point common zero-" Verfahren. Nach Prüfung der Linearität der erhaltenen Wachstumsgeraden

---

Fußnote ++) d. Seite 8: Vormischung enthält pro 30 g (= pro kg Diät): 10 000 I.E. Vitamin A, 1 000 I.E. Vitamin D_3, 25 mg Vitamin E, 2 mg Vitamin K_3, 25 mg Thiamin, 15 mg Riboflavin, 8 mg Pyridoxin, 100 mg Nikotinsäure, 20 mg Ca-Pantothenat, 30 mcg Vitamin B_{12}, 4 mg Folsäure, 300 mcg Biotin, 2 g Cholinchlorid, 25 mg Ascorbinsäure, 4 g L-Arginin, 1 g L-Histidin, 5 g DL-Methionin, 2 g DL-Tryptophan, 2 g L-Threonin, 3 g DL-Valin.

wird der Quotient aus dem Tangens der Testproteingeraden und dem Tangens der Standardgeraden gebildet. Der erhaltene Zahlenwert erlaubt die Berechnung der Menge an verfügbarem Lysin in den fraglichen Eiweißfuttermitteln.

Ergebnisse

Die mit 6 verschiedenen Fischmehlproben erzielten Ergebnisse sind in Tabelle 1, sowie in Abbildung 1 wiedergegeben.

Tabelle 1

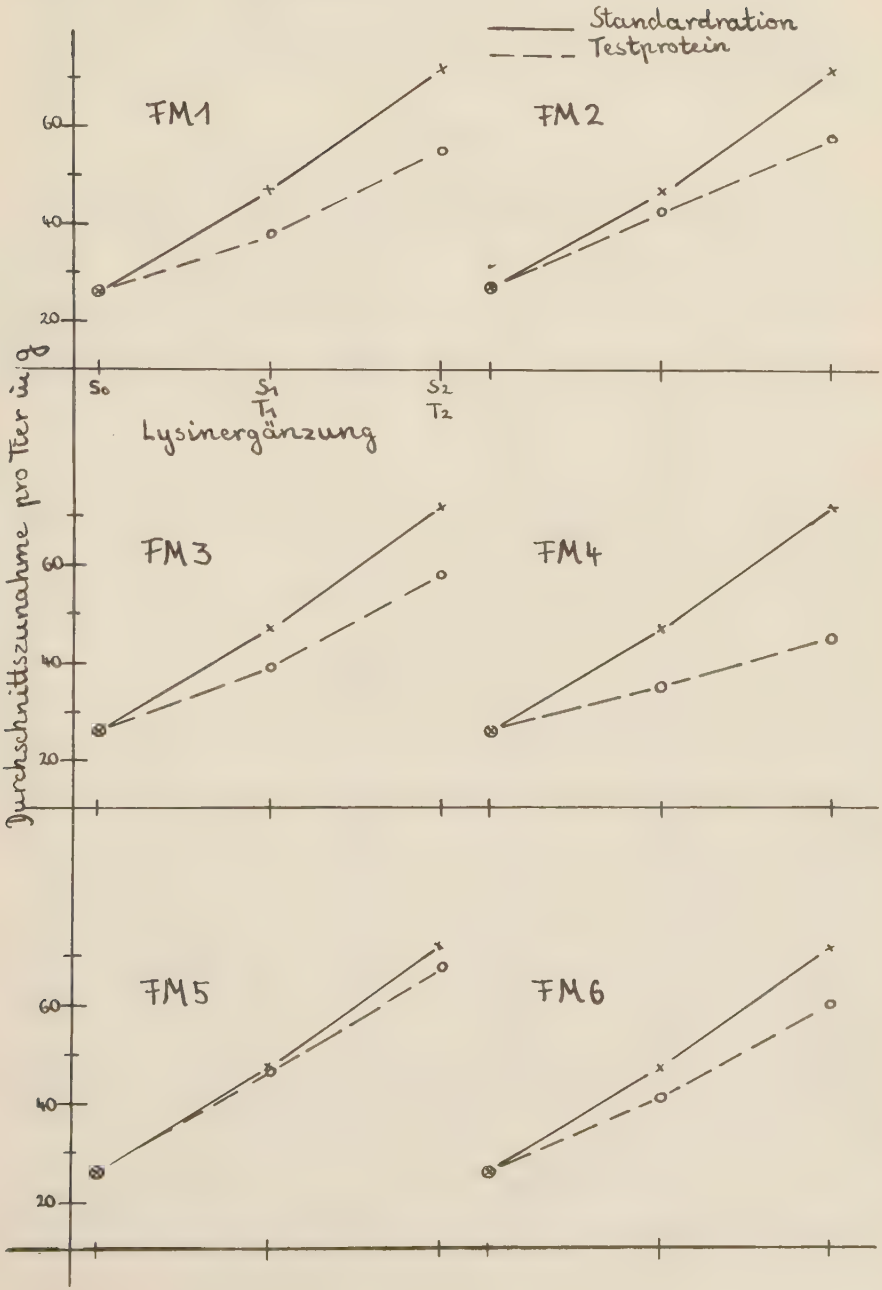
Durchschnittliche Gewichtszunahme und relativer Wirkungsgrad des Testmaterials in Versuch 1

Test-material	Rations-typ	Anzahl der Tiere[2]	Zunahme pro Tier in g	Wirkung % rel. Potenz	g verfügb. Lysin pro 100 g Test-material
	S_0	10	26'	100	-
	S_1	10	47		
	S_2	9	72		
FM[1]1	T_1	10	38	63	3,7
	T_2	10	55		
FM 2	T_1	9	43	71	4,3
	T_2	10	58		
FM 3	T_1	10	39	69	4,1
	T_2	10	58		
FM 4	T_1	9	35	44	2,6
	T_2	9	46		
FM 5	T_1	10	46	92	5,5
	T_2	10	68		
FM 6	T_1	10	41	73	4,4
	T_2	10	60		

1 FM = Fischmehl

2 nach Ausschluß von Extremwerten durch Anwendung des Chauvenet' schen Kriteriums

Abb. 1 Fischmehlversuch I



Die Ergebnisse der Versuche 2, 3, 4 sind ebenfalls in gleicher Anordnung wie bei Versuch 1 in den folgenden Tabellen und Abbildungen dargestellt.

Eine zusammenfassende Darstellung der in den einzelnen Versuchen erhaltenen Werte für verfügbares Lysin (g/100 g Testmaterial) ist in Abbildung 5 wiedergegeben.

Tabelle 2

Durchschnittliche Gewichtszunahme und relativer Wirkungsgrad des Testmaterials in Versuch 2

Test-material	Rations-typ	Anzahl der Tiere	Zunahme im ∅ pro Tier in g	Wirkung in % rel. Potenz	g verfügb. Lysin pro 100 g Test-material
	S_0	11	18		
	S_1	11	26	100	-
	S_2	11	40		
FM 7	T_1	11	32		
	T_2	12	46	129	7,7
FM 8	T_1	12	37	153	9,2
	T_2	12	49		
FM 9	T_1	11	33	123	7,4
	T_2	12	45		
FM 10	T_1	12	29	96	5,7
	T_2	12	37		
FM 11	T_1	12	34	113	6,8
	T_2	12	40		
FM 12	T_1	12	33	130	7,8
	T_2	11	45		

Abb. 2. Fischmehlversuch II.

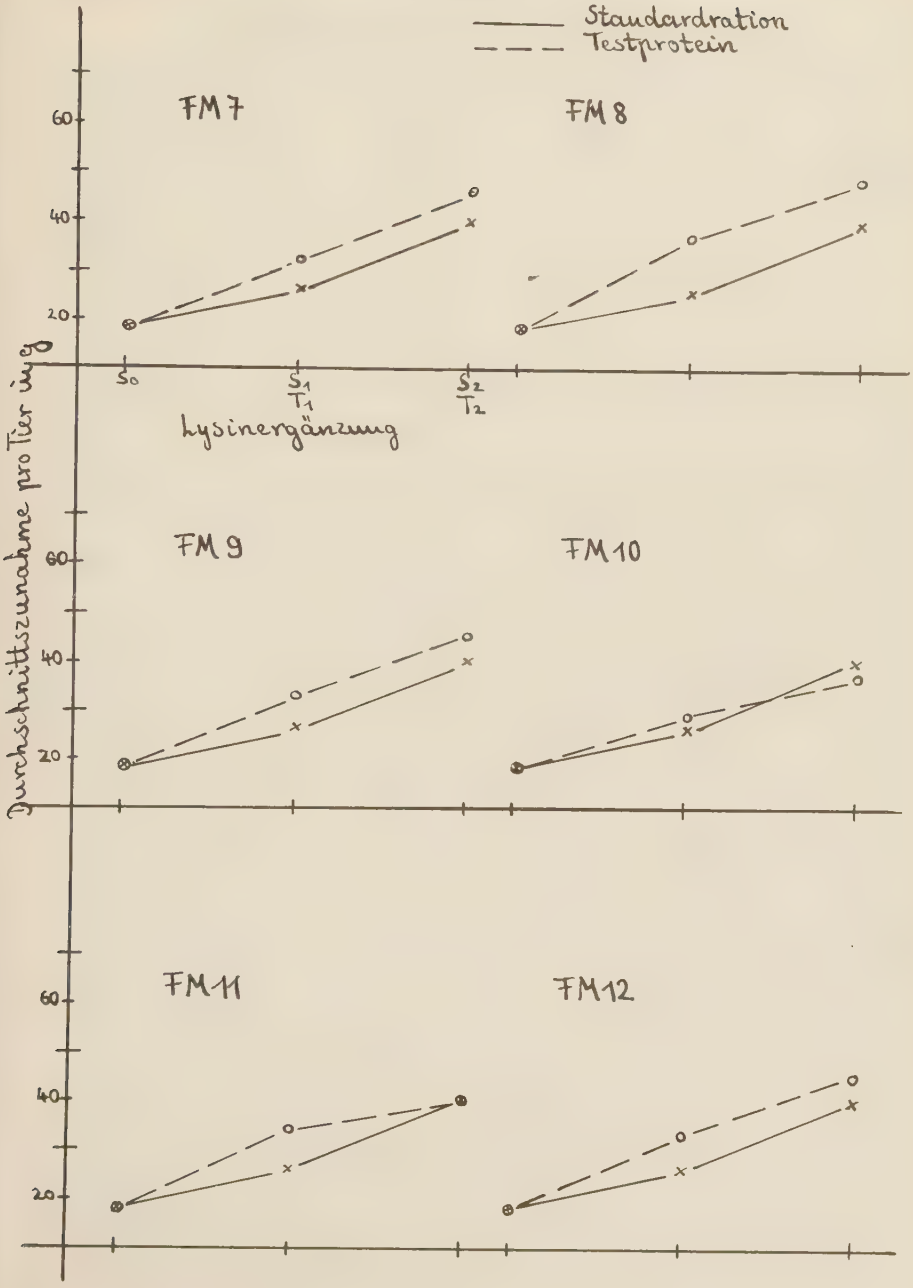


Tabelle 3

Durchschnittliche Gewichtszunahme und relativer Wirkungsgrad des Testmaterials in Versuch 3

Test-material	Rations-typ	Anzahl der Tiere	Zunahme im Ø pro Tier in g	Wirkung in % rel. Potenz	g verfügb. Lysin pro 100 g Test-material
	S_0	13	23		
	S_1	12	38	100	
	S_2	14	54		
TM_1.I	T_1	13	22	20	1,2
	T_2	14	32		
TM. II	T_1	14	29	38	2,3
	T_2	14	35		
TM. III	T_1	13	29	46	2,8
	T_2	14	38		
TM. IV	T_1	13	34	54	3,2
	T_2	13	39		
TM. V	T_1	13	27	24	1,4
	T_2	14	30		
TM. VI	T_1	14	31	41	2,5
	T_2	14	35		

[1] TM = Tierkörpermehl

Abb. 3 Tierkörpermehlversuch.

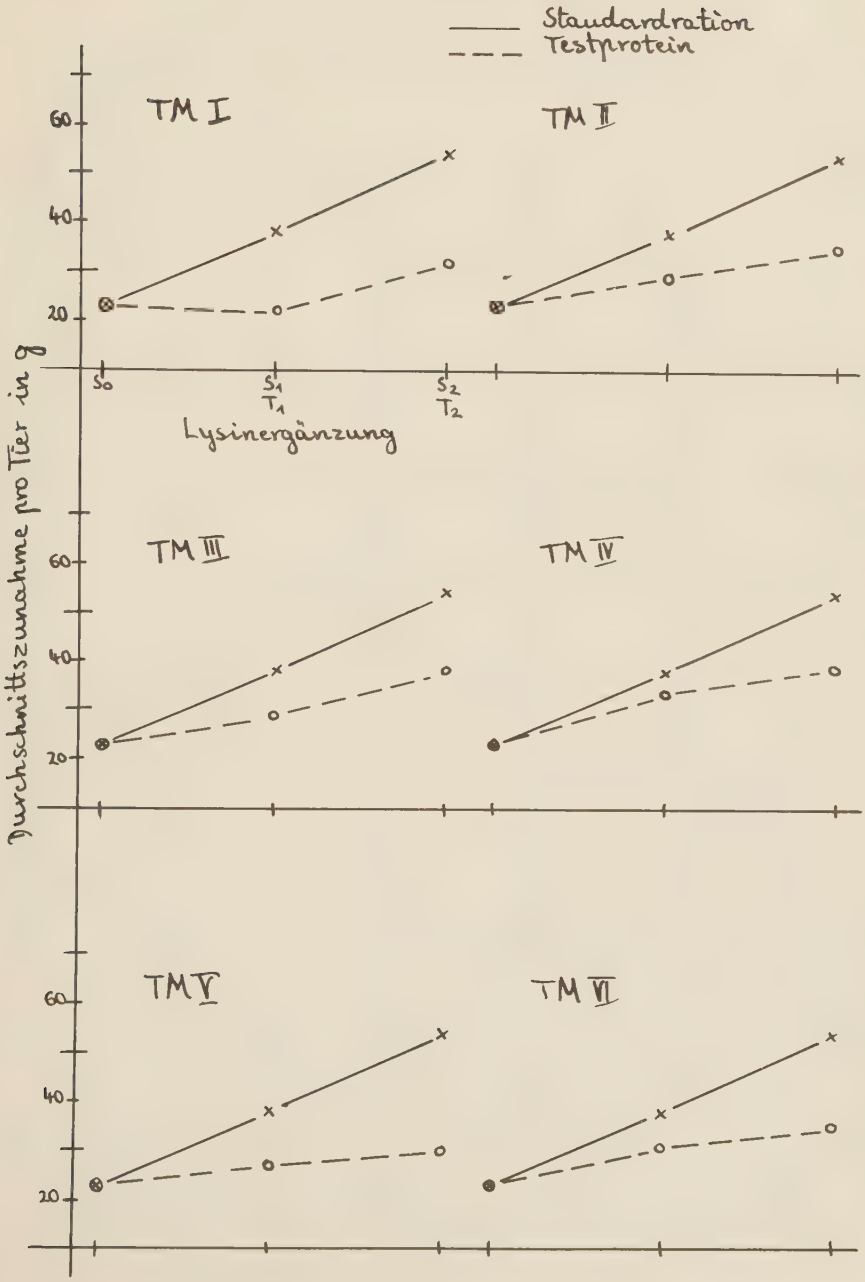


Tabelle 4

Durchschnittliche Gewichtszunahme und relativer Wirkungsgrad des Testmaterials in Versuch 4

Test-material	Rations-typ	Anzahl der Tiere	Zunahme im ∅ pro Tier in g	Wirkung in % rel. Potenz	g verfügb. Lysin pro 100 g Test-material
	S_0	13	23		
	S_1	14	30	100	-
	S_2	14	37		
MP_1. A	T_1	14	38	183	5,5
	T_2	14	46		
MP. B	T_1	14	34	177	5,3
	T_2	13	48		
MP. D	T_1	13	45	264	7,9
	T_2	14	51		
MP. C	T_1	13	37	223	6,7
	T_2	14	56		
MP. E	T_1	14	43	288	8,6
	T_2	14	60		
MP. F	T_1	14	40	279	8,4
	T_2	14	65		

[1] MP = Milchpulver

Abb.4 Magermilchpulverversuch

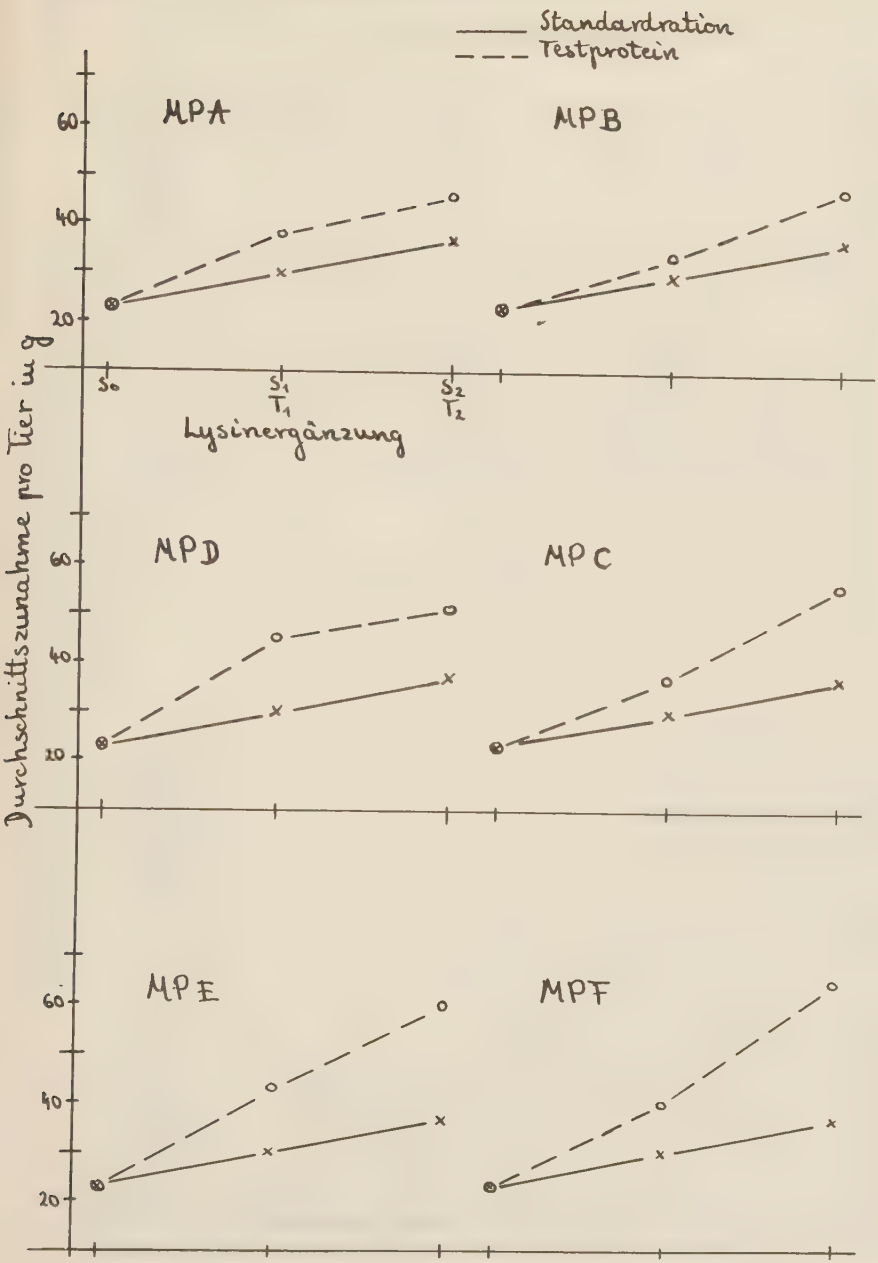
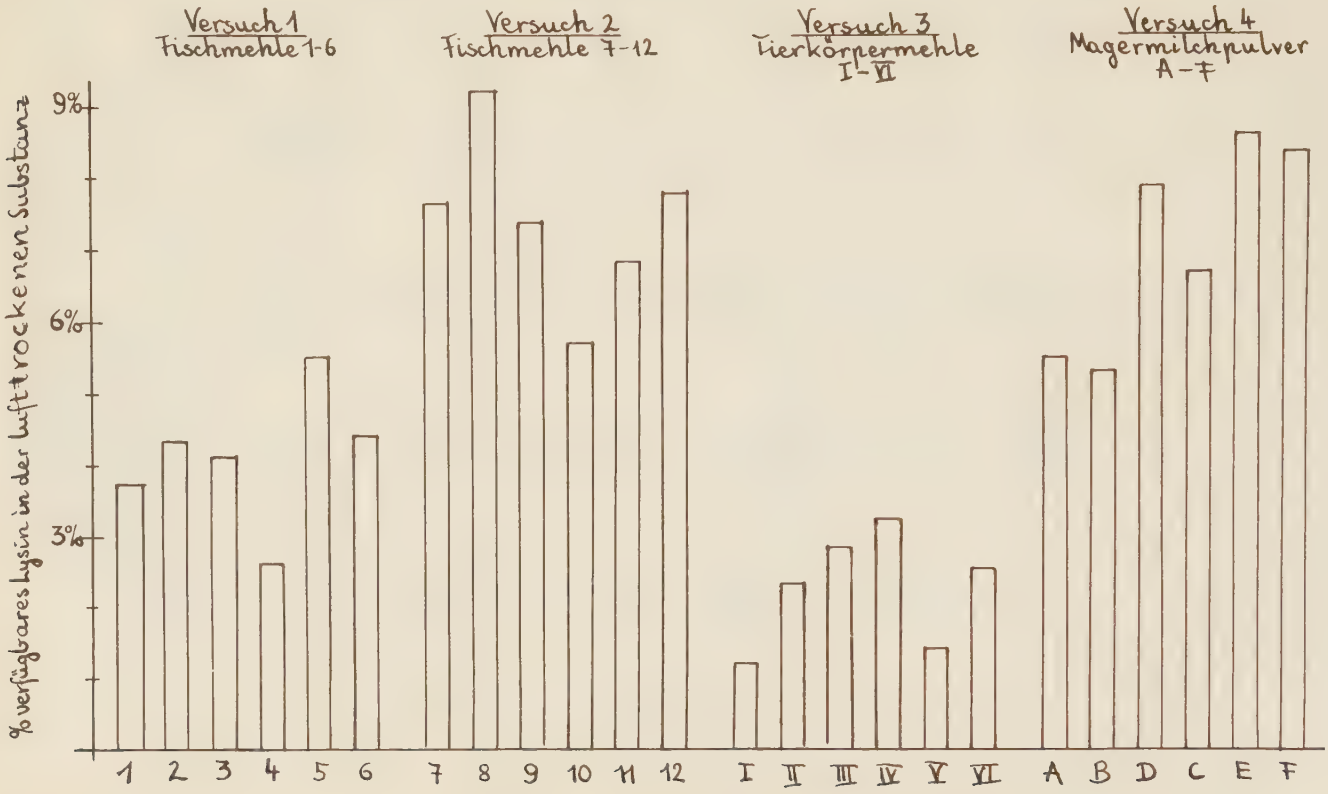


Abb. 5. Gehalt an verfügbarem Lysin in den untersuchten Futtermitteln.



D. DISKUSSION

Die in Versuch 1 erhaltenen Werte stimmen gut mit den im Schrifttum angegebenen Werten für den Gehalt an verfügbarem Lysin in Fischmehlen überein.

Dagegen erscheinen die an einem ähnlichen Probematerial in Versuch 2 erhaltenen Werte zu hoch, ebenso, wie die in Versuch 4 mit Magermilchpulver ermittelten Gehaltszahlen ganz beträchtlich überhöht erscheinen. Dies läßt einen nicht im Probematerial selbst liegenden, sondern den jeweiligen Gesamtversuch betreffenden, störenden Einfluß vermuten.

Die folgende Tabelle gibt neben den im Kükentest ermittelten Werten den Gesamtlysingehalt sowie den nach einer chemischen Methode (Carpenter, 1960) bestimmten Gehalt an verfügbarem Lysin an. +)

+) Die chemischen Bestimmungen sind noch unveröffentlichten Arbeiten des Institutes entnommen.

	Proben-nummer	Rohprotein % in der ursprünglichen Substanz	verfügb. Lysin % (Dinitrofluorbenzol-Methode)	verfügb. Lysin % (Küken-methode)	Gesamtlysin % (säulenchromatographisch)
Versuch I	1	67,1	4,5	3,8	5,2
	2	66,5	4,1	4,3	5,6
	3	65,2	4,4	4,1	5,0
	4	50,6	3,1	2,6	4,3
	5	66,7	5,0	5,5	6,4
	6	61,8	4,6	4,4	5,8
Versuch II	7	66,6	5,3	7,7	5,1
	8	67,4	5,2	9,2	6,2
	9	67,5	5,5	7,4	6,4
	10	65,1	3,9	5,7	5,2
	11	64,2	4,1	6,8	5,9
	12	69,2	5,1	7,8	6,3

Obgleich auch nach beiden chemischen Methoden die Proben des 2. Versuchs im Mittel höhere Lysingehalte aufweisen, läßt sich die außerordentlich hohe Differenz im Kükenversuch hierdurch nicht erklären. Es scheint sich hier also tatsächlich um einen Versuchsfehler zu handeln, dessen Ursache entweder in ungenügender Sicherung der jeweiligen Standardwerte (zu geringe Tierzahl), oder in sonstigen, den ganzen Versuch betreffenden Einflüssen liegt.

Trotzdem besteht innerhalb der Versuche eine deutliche Übereinstimmung zwischen den nach dem chemischen und den nach dem biologischen Verfahren ermittelten Gehalten an verfügbarem Lysin. Es erscheint deshalb lohnend, die möglichen Fehlerquellen zu ermitteln und die vergleichende Prüfung beider Verfahren fortzusetzen.

Die mit den Tierkörpermehlen erhaltenen Werte dürften im Bereich des tatsächlichen Gehaltes an verfügbarem Lysin liegen. Sie lassen eine starke Schädigung der Lysinverfügbarkeit durch die bei der Herstellung erfolgende Erhitzung vermuten.

Zur Verbesserung des Verfahrens und zur Sicherung seiner Spezifität wird vorgeschlagen:

1. Bessere Sicherung der Standardwerte durch Erhöhung der Zahl der Gruppenwiederholungen, insbesondere, wenn viele Proben gegen eine Standardkurve geprüft werden.

2. Erhöhung der Zahl der Gruppenwiederholungen auch für das Testmaterial und eventuelle Verlängerung der Versuchsdauer um einige Tage.

3. Schärfere Vorselektion der Tiere zur Verringerung der Variation.

4. Möglichst genaue Übereinstimmung des Lysingehaltes in Standard- und Testrationen.

5. Prüfung aller in Frage kommenden "Nicht-Lysin-Faktoren", welche in den Testmaterialien vorkommen können und positiven oder negativen Einfluß auf das Wachstum besitzen.

E. ZUSAMMENFASSUNG

In 4 Versuchen mit insgesamt 772 Küken wurde der Gehalt an verfügbarem Lysin in 12 Fischmehlen, 6 Tiermehlen und 6 Magermilchpulvern bestimmt.

Es gelangte ein Verfahren zur Anwendung, das auf einem Vergleich des mit reinem Lysin und mit Testmaterial (in jeweils mehreren Konzentrationen) erhaltenen Wachstum beruht und eine Auswertung nach der "five point common zero"-Methode gestattet.

Die erhaltenen Ergebnisse scheinen zwar innerhalb eines Versuchs befriedigende Relativwerte zu erbringen, genügen jedoch wegen der erheblichen Streuung von Versuch zu Versuch nicht den Anforderungen, die an ein Verfahren zur Bestimmung des absoluten Gehaltes an verfügbarem Lysin gestellt werden müssen.

Es werden Vorschläge zur Verbesserung des Verfahrens gemacht.

LITERATURVERZEICHNIS

Brüggemann, J., Zucker, H.: unveröffentlichte Arbeit (1961)

Calhoun, W.K., Hepburn, F.N., Bradley, W.B.: Availability of lysine
J. Nutr. 70, 337 (1960)

Carpenter, K.J.: The estimation of the available lysine in animalprotein foods.
Biochem.J. 77, 604 (1960)

Carpenter, K.J., Ellinger, G.M.: Protein quality and "available lysine" in animal products.
Poultry Sci. 34, 1451 (1955)

Eldred, N.R., Rodney, G.: The effect of proteolytic enzymes on raw and heated casein.
J.Biol.Chem. 162, 261 (1946)
zit. nach Gupta, J.D. u.Mitarb. (1958)

Eppinger, K.: Untersuchungen über die Qualität von Sojaschroten und die Wirkung von Methioninergänzung.
Diss., München 1960

Evans, R.J., Butts, H.A.: Inactivation of amino acids by autoclaving.
Science, 109, 569 (1949)

Geigy, A.G., Basel: Wissenschaftliche Tabellen
Ausgabe 1953, S. 18

Grau, C.R., Almquist, H.J.: The methionine content of feedstuff proteins.
Arch. Biochem. 6, 287 (1945)

Grau, C.R.: Effect of protein level on the lysine requirement of the chick. J.Nutr. 36, 99 (1948)

Gupta, J.D., Dakroury, A.M., Harper, A.E., Elvehjem, C.A.: Biological availability of lysine J.Nutr. 64, 259 (1958)

Guthneck, B.T., Bennett, B.A., Schweigert, B.S.: Utilization of amino acids from food by the rat. II Lysine J. Nutr. 49, 289 (1953)

Hankes, L.V., Riesen, W.H., Henderson, L.M., Elvehjem, C.A.: Liberation of amino acids from raw and heated casein by acid and enzyme hydrolysis J.Biol.Chem. 176, 467 (1948) zit. nach Gupta, J.D. u.Mitarb. (1958)

Kratzer, F.H., Green, N.: The availability of lysine in bloodmeal for chicks and poults. Poultry Sci. 36, 562 (1957)

Kuiken, K.A., Lyman, C.M.: Availability of amino acids in some foods J.Nutr. 36, 359 (1948)

Kuiken, K.A.: Availability of the essential amino acids in cottonseed meal. J.Nutr. 46, 13 (1952)

Leong, K.C., Sunde, M.L., Bird, H.R., Elvehjem, C.A.: Interrelationships among dietary energy, protein, and amino acids for chickens. Poultry Sci. 38, 1267 (1959)

Lyman, R.L.: The effect of raw soybean meal and trypsin inhibitor diets on the intestinal and pancreatic nitrogen in the rat. J.Nutr. 62, 285 (1957)

Nasset, E.S., Schwartz, P., Weiss, H.V.: The digestion of proteins in vivo J.Nutr. 56, 83 (1955)

Ousterhout, L.E., Grau, C.R., Lundholm, B.D.: Biological availability of amino acids in fish meal and other protein sources. J.Nutr. 69, 65 (1959)

Pader, M., Melnick, D., Oser, B.L.: Factors affecting the availability of lysine in heat-processed casein J.Biol.Chem. 172, 763 (1948) zit. nach Gupta, J.D. u. Mitarb. (1958)

Schweigert, B.S., Guthneck, B.T.: Utilization of amino acids from foods by the rat. Methods of testing for lysine. J.Nutr. 49, 277 (1953)

Schweigert, B.S., Guthneck, B.T.: Utilization of amino acids from foods by the rat. III Methionine J.Nutr. 54, 333 (1954)

Weber, R.: Diss. München 1962

Wood, C., Finney, D.J.: J.Pharm. and Pharmacol. 19, 112 (1946)

Am Ende meiner Arbeit möchte ich
Herrn Prof. Dr. Dr. Johs. Brüggemann herzlichen Dank sagen für das überlassene Thema und die äußerst günstigen Arbeitsbedingungen in seinem Institut.

Besonders möchte ich mich auch bei
Herrn Dr. Hermann Zucker bedanken, der mir stets hilfsbereit und verständig zur Seite stand.

LEBENSLAUF

Ich, Otmar Siegle, wurde am 4. Juni 1935 als Sohn des Obermeisters der Landpolizei Jakob Siegle und seiner Ehefrau Berta, geb. Höfler, in München geboren.

Nach 5 Jahren Volksschule, die ich in Haar bei München und in Oberdiessen bei Landsberg/Lech besuchte, trat ich in die Oberschule für Jungen in Mindelheim ein. Nach Wiedereröffnung der Lehrerbildungsanstalt Lauingen wechselte ich an diese Schule. An dem daraus hervorgegangenen Deutschen Gymnasium legte ich im Juli 1956 meine Reifeprüfung ab.

Im Wintersemester 1956/57 begann ich an der tierärztlichen Fakultät der Universität München mit meinem Studium. Ich besuchte alle 9 Fachsemester an der hiesigen Fakultät, wo ich im August 1961 mit dem Staatsexamen mein Studium beendete.